Die geologischen Verhältnisse des Rappenalpentales sowie der Bergkette zwischen Breitach und Stillach.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen philosophischen Fakultät (II. Sektion)

der

Kgl. Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Harald Pontoppidan

aus Hamburg.

Sonderabdruck

aus den Geognostischen Jahresheften (München) 1911, XXIV. Jahrgang.

München.

Kgl. Hof- und Universitäts-Buchdruckerei von Dr. C. Wolf & Sohn.

1911.

Die geologischen Verhältnisse des Rappenalpentales sowie der Bergkette zwischen Breitach und Stillach.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen philosophischen Fakultät (II. Sektion)

der

Kgl. Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Harald Pontoppidan

aus Hamburg.

AGAD BIBL.

Sonderabdruck

aus den Geognostischen Jahresheften (München) 1911, XXIV. Jahrgang.

München.

Kgl. Hof- und Universitäts-Buchdruckerei von Dr. C. Wolf & Sohn.

1911.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555412_0153

Die geologischen Verhältnisse des Rappenalpentales sowie der Bergkette zwischen Breitach und Stillach.

Von

Harald Pontoppidan

aus Hamburg.

Mit einer geologischen Karte und einer Profiltafel.

Einleitung.

Auf Anregung meines hochverehrten Lehrers Herrn Professor Dr. Rothpletz wurde das von mir bearbeitete Gebiet im Sommer 1908 und 1909 geologisch aufgenommen. Die Fossilien wurden im geologisch-paläontologischen Institut zu München bestimmt. Bei der Ausarbeitung des Materials hatte Professor Dr. Broili die Liebenswürdigkeit mich zu unterstützen, wofür ich ihm hiermit meinen besten Dank ausspreche. Vor allem aber möchte ich Herrn Professor Dr. Rothpletz meinen herzlichsten Dank aussprechen für die wertvollen Ratschläge, die er mir bei meinen Arbeiten im Gelände sowie im Institute zuteil werden ließ.

I. Orographische Skizze.

Die Grenzen des von mir geologisch aufgenommenen Gebietes sind in der Hauptsache durch die Orographie bedingt. Die östliche Begrenzung wird bis Einödsbach durch die Stillach gegeben, von hier aus bis zum Linkerskopf durch den Nordgrat des Heubaumes und Linkerskopfes; sie folgt nun in nordost-südwestlicher Richtung der Landesgrenze über die Gipfel der Hochgundspitze, Rappenseekopf, Hochrappenkopf, Biberkopf und geht über die Schloßwände, Grüner, Schrofenpaß, Rauhgernrücken bis zum Haldenwanger Eck. Auch die Ostgrenze wird über das Gaishorn bis zum Gipfel des Liechelkopfes durch die Landesgrenze zwischen Bayern und Vorarlberg gegeben. Von hier aus tritt sie in österreichisches Gebiet, über den Elferkopf, Zwölferkopf zieht sie nach Mittelberg und folgt im Westen von Mittelberg bis zur Höhe von Oberstdorf der Breitach.

Die Gipfel von der Rotgundspitze bis zum Biberkopf, der mit 2600 m die höchste Erhebung des Gebietes darstellt, gehören dem Allgäuer Hauptkamme an, der in nordost-südwestlicher Richtung streicht. Parallel zu ihm sind die Gipfel auf der anderen Seite des Rappenalpentales gelagert: Liechelkopf, Kemptner Köpfl, Schafalpenköpfe, Roßgund-, Alpgund- und Griesgundkopf. Ein Seitenast, dem auch der Liechelkopf angehört, streicht in nord-südlicher Richtung: Gaishorn, Liechelkopf, Elferkopf und Zwölferkopf. Ein zweiter Seitenast setzt sich vom nördlichen Schafalpenkopf nach NW. fort, durch den Fideripaß von ihm getrennt. Schüsser und Hochgernspitze gehören ihm an. In südwest-nordöstlicher Richtung streichen wieder: Kanzelwand, Fellhorn, Schlappold, Söllerkopf und Söllereck.

II. Stratigraphischer Teil.

Folgende Formationsglieder beteiligen sich an dem Aufbau des behandelten Gebietes:

Alluvium,
Diluvium,
Flysch,
Seewenschichten,
Gault,
Schrattenkalk,
Aptychenkalk,
Lias Fleckenmergel,
Roter Liaskalk,
Obere Rhätische Kalke,
Kößner Mergel und Kalke,
Plattenkalke,
Hauptdolomit.

Hauptdolomit.

Im allgemeinen ist der Hauptdolomit ein sehr gleichmäßig ausgebildetes Formationsglied. Das charakteristische Gestein ist hellgrau bis gelblich von eigentümlich zuckerkörniger Beschaffenheit. Wo ein stärkerer Bitumengehalt vorhanden ist, nimmt es eine schwarze Färbung an. Die Schichtung ist meist gut erhalten, nur in der Nähe der Allgäuer Überschiebungslinie verschwindet sie vollkommen; Klüftung und Bankung ist hier unmöglich zu unterscheiden. Sehr charakteristisch ist das Verwitterungsmaterial. Der Dolomit ist von zahlreichen Kalkspatadern durchzogen; da der Kalk durch die Verwitterung viel stärker angegriffen wird wie der widerstandsfähige Dolomit, so entsteht ein Schutt, der aus scharfkantigen Brocken besteht, wie ihn sonst kein anderes Formationsglied liefert.

Die höchsten Gipfel des Allgäuer Kammes sowie der parallelen Kette vom Gaishorn bis zum Griesgundkopf bestehen ganz aus Hauptdolomit. Er baut auch das Gewölbe des Grüner auf und bildet die untere rechte Talwand des Rappenalpentales vom Körbertobel bis Einödsbach. Seine Mächtigkeit muß eine sehr große sein; in dem behandelten Gebiet ist sie nirgends auch nur annähernd festzustellen, da die Lagerung überall gestört ist. Man schätzt sie im Allgäu auf ca. 500 m.

Plattenkalk.

Die Plattenkalke sind plattige, dunkle Kalke mit tonigen Zwischenlagen, charakteristisch für sie sind einzelne Bänke, die sehr zahlreich Fossilreste, hauptsächlich Gastropoden erkennen lassen. Ihre Verbreitung in dem behandelten Gebiet ist nicht groß. Auf dem Rauhgernrücken finden sie sich zwischen dem Dolomit und den Lias-Fleckenmergeln. An der Nordseite des Grüner treten sie auf, ferner am Körbertobel, wo sie auf dem Dolomit liegen, der die Wand bis zum Breitengern bildet. Eine kleine Mulde von Plattenkalk ist auf der Scharte Hochrappenkopf-Biberkopf in den Dolomit eingeklemmt.

Ein normales Profil vom Dolomit bis zu den Fleckenmergeln haben wir im „Kühgund“. Alle Schichtenglieder Lias, Obere Rhätische Kalke, Kößner Mergel sind entwickelt. Zwischen den letzteren und dem Dolomit treten dünne, gebankte Dolomite auf, die ganz das Aussehen von Plattenkalken haben, jedoch mit verdünnter Salzsäure keine Reaktion geben. Es ist hier also der Plattenkalk dolomitisch entwickelt. Dadurch ist wohl die auffällige Erscheinung zu erklären, daß auf der ganzen Taufersberger Alpe sowie auf den gewaltigen Dolomitmassen der Schafalpenköpfe keine Plattenkalke auftreten.

Kößner Mergel.

Die Kößner Mergel und Kalke sind durch ihren Fossilreichtum stets leicht zu erkennen, oft besteht das ganze Gestein nur aus Schalentrümmern.

Folgende Formen konnten gesammelt werden:

Terebratula gregaria Suess,
Terebratula pyriformis Suess,
Spiriferina Jungbrunnensis Petzh.,
Waldheimia sp.
Avicula contorta Portl.,
Mytilus minutus Goldf.,
Gervillia inflata Schafh.
Lima discus Stopp.,
Pecten disparites Quenst.,
Ostrea cf. *alpina* Winklfr,
Myacites cf. *Escheri* Winkler,
Leda cf. *percaudata* Gümb.,
Turritella sp.
Trochus sp.

Reiche Fundplätze sind an der Taufersberger Alpe am Weg zur unteren Angerer Hütte und im Kühgund unter P. 1927,5 vorhanden, jedoch findet man an der unteren Angerer Hütte fast nur Lamellibranchiaten, während der Fundplatz im Kühgund nur Brachiopoden geliefert hat. Es ist dies ein Fundplatz der Kößner Fazies, in dem Brachiopoden besonders *Spiriferina Jungbrunnensis* überwiegen, während das Vorherrschen der Lamellibranchiaten, wie wir es auf der unteren Angerer Hütte vor uns haben, die Karpathische Fazies anzeigt.

Obere Rhätische Kalke.

Die Oberen Rhätischen Kalke sind meist als dickbankige, harte, graublau anwitternde Kalke ausgebildet. Fossilien sind nicht häufig. Man findet in ihnen die großen, herzförmigen Querschnitte eines Megalodon und stellenweise sind sie reich an Korallen. In dem behandelten Gebiet nehmen sie eine weite Verbreitung ein, zwei große Züge von Oberen Rhätischen Kalken und Kößner Schichten durchziehen die linke Talseite des Rappenalpentales. Der obere Zug beginnt an der Vorder-Taufersberger Alpe und zieht bis zur oberen Angerer Hütte und bis zum Kempter Kopf. Der zweite tritt auf der rechten Talseite auf der Petersalpe in das Gebiet ein, setzt am Breitengern auf die andere Talseite, wo er sich als kleiner Hügel deutlich vom Berge abhebt. Mit einigen Unterbrechungen setzt sich dieser Zug bis zum Haldenwanger Kopf fort. Obere Rhätische Kalke treten ferner noch auf der Südostseite des Grüner auf.

Plattenkalke, Kößner Schichten und Obere Rhätische Kalke folgen in der normalen Ausbildung aufeinander. Diese Gliederung ist jedoch keineswegs eine feststehende, oft ist ein Niveau auf Kosten des anderen erweitert und die ganze Schichtenfolge kann nur durch eines dieser drei Glieder vertreten sein. Die Einteilung drückt nur aus, daß diese Formationsglieder, wenn mehrere ausgebildet sind, in dieser Aufeinanderfolge gelagert sind. Auch in horizontaler Richtung ist die Verbreitung eine unregelmäßige. In sehr kurzer Entfernung können sie anschwellen, sich verjüngen und sogar ganz fehlen, ohne daß eine tektonische Störung vorhanden zu sein braucht.

Roter Liaskalk.

Der rote Liaskalk findet sich nur an sehr wenigen Stellen. Als dünnes Band schiebt er sich zwischen Lias und Kößner oberhalb der Speicherhütte auf der linken Talseite. Ein kleines Vorkommen findet sich auf dem Rauhgernrücken unter P. 1935,8 und wenige Blöcke zeigen sein Auftreten auf der Taufersberger Alpe an.

Der rote Liaskalk ist ein stark tonhaltiger, dunkelroter Kalkstein, der hin und wieder hellere Partien enthält und dadurch ein marmorartiges Aussehen gewinnt. Gewundene, dunkle Tonlagen durchsetzen oft das Gestein und geben ihm ein eigentümlich flaseriges Aussehen. Versteinerungen wurden zwar darin gefunden, doch ist der Erhaltungszustand ein so schlechter, daß eine Bestimmung unmöglich war. Bruchstücke von Belemniten findet man verhältnismäßig oft. Ammonitenreste sind auch nicht selten, doch bleibt selbst die Genusbestimmung unsicher. In dem weißlichen Gestein der roten Liaskalke habe ich auch einige Terebrateln gefunden, die anzeigen, daß auch die Hierlatzfazies vertreten ist.

Crinoidenreste sind meistens im Gestein enthalten, und im Dünnschliff zeigt es zahlreiche Foraminiferen aus der Familie der Lagenidae und Reste von Echinodermen. Eine Eigentümlichkeit des roten Liaskalks ist es, daß er nur in schmalen Zonen erscheint von 1—3 m Mächtigkeit und auf große Strecken hin vollkommen fehlt.

Lias-Fleckenmergel, Allgäuschichten.

Das charakteristische Gestein der Fleckenmergel sind dunkle Kalke, die gelblich anwittern und mit Schiefern wechsellagern. Auf der Bruchfläche zeigen sie eigentümliche dunkle Flecken. Da diese Flecken große Ähnlichkeit mit den Flyschfucoiden zeigen, wurden sie früher allgemein für fossile Algenreste gehalten. Rothpletz hat diese sogen. Liasfucoiden im Dünnschliff untersucht und fand in ihnen eine ähnliche Struktur wie in den Phymatodermen von Boll, die nach seinen Untersuchungen zu den Hornschwämmen zu rechnen sind. Der Unterschied bestand nur darin, daß er in den Liasfucoiden keine Diatomeen und viel seltener Spongiennadeln fand. Die Liasfucoiden bestehen wie das Gestein aus Kalk und sind daher leicht von den Flyschfucoiden zu trennen, die mit verdünnter Salzsäure betupft, keine Reaktion geben. Neben den fleckigen Kalken, die an kein bestimmtes Niveau gebunden sind, treten in allerdings untergeordneter Weise Kieselkalke und reine Hornsteinbänke von nur wenigen Metern Mächtigkeit auf. In den oberen Lagen nehmen die Fleckenmergel eine tiefe braunschwarze Färbung an; es rührt dies von einem zunehmenden Gehalt an Mangansuperoxyd her, der sich auf den Klüften und Schichtflächen als stahlblauer Anflug zeigt. Ist das Gestein sehr reich an Kieselsäure, so findet man auf den Spalten und Fugen gutausgebildete Kristalle von Quarz. Die Einheimischen kennen diese Quarzkriställchen als Strahlsteine und suchen sie in dem Verwitterungsgrus der schwarzen Schiefer.

Den Übergang des Oberen Rhätischen Kalkes in den Lias konnte ich auf der Taufersberger Alpe gut beobachten, er vollzieht sich hier ganz allmählich. Der Lias liegt als Kern in einer engen Kößner Mulde. Die Fleckenmergel sind als ein eigentümliches Gestein ausgebildet; ein dunkler, sandiger Kalk, der bei der Anwitterung wie eine Breccie aussieht. An der unteren Grenze der Liaskalke fand ich Blöcke, die teilweise aus diesem Breccien-artigen Gestein bestanden, sie enthielten aber auch rote Partien ganz vom Habitus des roten Liaskalkes und Korallen ließen sich ebenfalls daran nachweisen.

Die Verbreitung der Fleckenmergel in dem Gebiet ist eine ziemlich große. Neben diesem eben erwähnten Vorkommen auf der Taufersberger Alpe besteht fast die ganze rechte Talseite des Rappenalpentales von der Petersalp bis zum Haldenwanger Eck aus Allgäuschichten. Eine Mulde von Lias, die in ihrem Kern Aptychenkalk einschließt, findet sich auf der hinteren Wiedenalp.

An bestimmbaren Fossilien haben die Fleckenmergel nur sehr wenig geliefert, es wurden folgende Formen bestimmt:

Harpoceras Algovianum Opp.,
Amaltheus margaritatus Montf.,
Amaltheus costatus nudus Qu.,
Amaltheus costatus spinosus Qu.,
Cycloceras cf. *binotatum* Oppel,
Pecten sp.
Terebratula sp.
Spiriferina sp.
Belemniten.

Gümbel führt vom Haldenwanger Eck *Harpoceras bifrons* an. Wie aus dem Vorkommen der Ammoniten hervorgeht, gehört die Hauptmasse der Fleckenmergel dem mittleren Lias an, der obere, manganreiche Lias, der keine Versteinerung geliefert hat, findet sich unter dem Rappenköpfle und im Rappengraben sowie am oberen Haldenwanger Bach.

Eine eigentliche Fundstelle für Liasfossilien ist nicht vorhanden. Die meisten Ammoniten fand ich auf der großen Schutthalde unter dem Linkerskopf in der Nähe der Rappenseehütte. Brachiopoden sind in dem breccienartigen Liasschiefer auf der Taufersberger Alpe enthalten. Es ist manchmal eine richtige Lumachelle, doch sind die einzelnen Exemplare sehr schlecht erhalten.

Aptychenkalk.

Ausgenommen den Kern der Liasmulden auf dem Elferkopfe und im Griesgundtobel findet sich der Aptychenkalk nur in einzelnen Schollen und Fenstern.

Im Warmatsgunder Tal treffen wir ihn unter dem Schüsser in Schollen mit Flysch. Am Rande der Allgäuer Überschiebung und am Zwölferkopf findet sich eine Schuppe von Aptychenkalk zwischen Hauptdolomit und Flysch.

Dichte, helle, muschlig brechende Kalke, dunkelrote Mergelkalke mit bedeutenden Lagen von roten und grünen Hornsteinen setzen den Aptychenkalk zusammen. Die Hornsteinbänke können so mächtig werden, daß sie fast die ganze Schichtenfolge ausmachen, wie dies am Elferkopf der Fall ist. Wo das Gestein viele tektonische Störungen erlitten hat, nimmt es ein flaseriges Aussehen an. Im Dünnschliffe zeigen die hellgrauen Kalke Foraminiferen, unter denen eine derselben *Calpionella alpina* Lorenz für das Gestein sehr charakteristisch ist. Die Mächtigkeit der Aptychenkalke konnte ich nur am Elferkopf schätzen, da hier die einzige Stelle ist, wo die Schichten keine große tektonische Störung erlitten haben. Sie beträgt ungefähr 120 m.

Die Kreide der Breitachklamm.

An der Walser Schanze schneidet die Breitach die Kreide an und legt sie auf eine Entfernung von ca. 3 km bloß. Durch den neuen Weg, der vor einigen Jahren auch durch den untersten Teil der Klamm gelegt ist, kann man den Aufschluß in vorzüglicher Weise studieren. Es ist ein Kreidegewölbe, das bis auf den Schrattenkalk angeschnitten ist.

Der zu unterst liegende Schrattenkalk ist ein dichter, dunkler Kalk, der dick gebankt ist. Hin und wieder führt er Korallen und läßt an einigen Stellen deutlich die Reste der *Requienia ammonia* erkennen. Das Hangende bildet der Gaultgrünsandstein. Er ist ungefähr 10—15 m mächtig und wird von grün gefärbten, sandigen Kalken aufgebaut, deren hellere Partien einen eigentümlichen Glasglanz haben. Darauf legen sich die Seewenkalke, helle, muschlig brechende Kalke, die große Ähnlichkeit mit dem hellen Aptychenkalk haben. Nach oben gehen sie in die Seewen-

mergel über. Die lichtgrauen, lokal auch rötlichen, dünnschieferigen Mergel führen meistens sehr zahlreich Foraminiferen, die an günstig angewitterten Stellen schon mit der Lupe zu erkennen sind. Dadurch sind sie von den sehr ähnlichen dünnschieferigen Flyschmergeln zu trennen. An Versteinerungen fand ich in der Klamm *Inoceramus Cuvieri* d'Orb., *Terebratula* cf. *carnea* Sow. und Bruchstücke von einem Belemniten. In kleinen Schollen trifft man die Seewenmergel im Warmatsgunder Tal und auf dem Fideripaß, wo zwischen Hauptdolomit ein Fenster von Flysch und Seewenschichten vorliegt.

Flysch.

Als Flysch faßt man Schichten zusammen, die eine sehr wechselnde Gesteinsbeschaffenheit haben. Mergelige und sandige, gelblich anwitternde Kalke herrschen vor. Dünne Mergelschichten wechsellagern mit den Kalken. Dazu treten noch ganze Bänke von Hornsteinen auf. Sandsteine, Kieselkalke und Konglomeratbänke finden sich ebenfalls. An Fossilien kommen nur Fucoiden und Helminthoiden in den dünnen Schiefern vor.

Folgende Formen konnte ich bestimmen:

Phycopsis affinis Sternb.,
Phycopsis arbuscula Fischer-Ooster,
Phycopsis intricata Brong.,
Helminthoidea crassa Schafh.,
Helminthoidea labyrinthica Heer.,
Palaeodictyon magnum Heer.,
Palaeodictyon singulare Heer.

Die Algenflora zeigt, daß der Flysch sich in einem flachen Meere gebildet hat, und dasselbe beweisen die groben Sandsteine und Konglomerate, die jedenfalls küstennahe Bildungen sind. In den groben, glimmerreichen Sandsteinen findet man in ziemlicher Menge kleine verkohlte Pflanzenpartikelchen, die wohl vom Lande durch die Strömungen dorthin getragen wurden.

Die Mächtigkeit des Flysches muß eine sehr große sein, denn er baut Berge wie Fellhorn und Schlappold auf, die eine Höhe von über 1900 m erreichen. Mit Sicherheit ist sie aber nicht abzuschätzen, da die Gesteine an diesen Bergen zusammengefaltet und gestaucht sind, so daß es unmöglich ist, ein genaues tektonisches Bild zu gewinnen. Der Flysch liegt normal auf den Seewenmergeln, deren senonisches Alter feststeht; also kann sein Absatz nicht vor der oberen Kreide begonnen haben.

Die Verbreitung in dem behandelten Gebiete ist eine sehr große. Die ganze Bergkette vom Fellhorn bis zum Söllereck ist aus Flysch aufgebaut, in einigen Fenstern kommt er im Warmatsgunder Tal und auf dem Fideripaß vor. Eine Scholle von Aptychenkalk und Flysch findet sich unter dem Schüsser. Ein basales Flyschkonglomerat wie Schulze es bei Gerstruben nachgewiesen hat, konnte ich hier nicht finden.

Diluvium.

Die Verbreitung der Moränen ist in dem behandelten Gebiet eine ziemlich große; die lokalen Gletscher haben auf den Hochkaren ihre Moränen zurückgelassen, z. B. unter dem Griesgundkopf und Roßgundkopf. Große Moränenterrassen finden wir im Stillachtale bei Einödsbach. Spuren von Gletscherablagerung treffen wir fast überall auf den höher gelegenen Hängen; wo sie noch nicht von der Erosion entfernt sind, ziehen sie sich bis zur Talsohle hinunter. Die ausgedehn-

teste diluviale Ablagerung finden wir auf dem flachen Rücken westlich von Oberstdorf, dem Hellrücken. Er besteht aus Flysch und Kreideablagerungen, jedoch trägt er eine mächtige Decke von Moränen, die man auf dem Wege von Weidach in die Breitachklamm am anderen Ufer der Breitach in ihrer ganzen Mächtigkeit überblicken kann. Die Moränen ziehen sich in gleicher Höhe von ca. 1000 m ins kleine Walsertal und bilden hier die Talterrasse, auf der die Häuser stehen. In der Moräne an der Walser Schanze ist eine auffällige Beobachtung zu machen, man findet dort Gneis- und Granitblöcke und -Gerölle. Die naheliegendste Erklärung wäre wohl die, anzunehmen, daß diese Gerölle aus den Zentralalpen stammen, doch findet man weder in den diluvialen Ablagerungen des Stillachtales noch des Breitachtales zentralalpine Geschiebe. Auch im Lechtal sind sie ganz unbekannt. Kleine Gneis- und Granitblöcke kennt man aus den Flyschkonglomeraten, es wäre denkbar, daß diese Geschiebe aus einem sehr groben Konglomerat stammen. Wenn man jedoch ihre gewaltigen Dimensionen in Rechnung zieht, so kann man sie unmöglich aus einem Konglomerat herleiten, denn ein solches Riesenkonglomerat ist noch nie im Allgäuer Flysch beobachtet worden. Isolierte Blöcke von Gneis oder Granit, sogen. exotische Blöcke, sind aus dem Flysch bekannt. Rothpletz bespricht in seinen Alpenforschungen II den Gneisblock am Kühberg bei Oberstdorf, den er 1902, als ein neuer Weg dort gebaut wurde, entdeckte. Der Block ist dort in zerquetschten und verkneteten Flyschmergeln eingebettet; er erklärt sein isoliertes Auftreten durch Herbeischleppung von seiten der Allgäuer Überschiebung.

Tornquist bringt 1907 das Vorkommen dieser exotischen Blöcke im Flysch ebenfalls mit der Überschiebung in Zusammenhang, er sagt: „Die exotischen Blöcke des Flysch liegen nicht mehr an der Stelle ihrer primären Ablagerung, sie stammen aus jungtertiären Schuttmassen, welche auf den später vorgeschobenen alpinen Decken ursprünglich zur Ablagerung gekommen waren und bei der Bewegung dieser Decken von diesen herunter in die Flyschsedimente verschleppt wurden."

Ein solches Vorkommnis von exotischen Blöcken muß wohl in dem Flysch nördlich des Warmatsgunder Tales gewesen sein. Durch die Gletscher wurden die Blöcke abgetragen und auf den Moränen des Hellrückens abgelagert, so daß sie jetzt als Gneisgerölle auf tertiärer Lagerstätte liegen.

Penck hat angenommen, daß der Stillachgletscher durch einen Gletscher, der vom Lechtal ins Rappenalpental drang, verstärkt wurde; tatsächlich habe ich auf dem Schrofenpaß Gerölle gefunden, die unmöglich anders als durch die Gletscher dorthin geschafft sein können. Der Lechgletscher wird sich bei Warth geteilt haben. Ein Teil, wohl der kleinere, folgte der veränderten Richtung des Lechtales nach Osten, der andere behielt die ursprüngliche Richtung bei, floß über den Schrofenpaß und verstärkte den Illergletscher.

Alluvium.

Alluviale Bildungen bedecken einen nicht geringen Raum in dem behandelten Gebiet. Große Halden von Schutt ziehen sich unter den steilen Wänden ins Tal. Flußschotter bedecken den ganzen Raum zwischen dem flachen Rücken westlich Oberstdorfs, dem Hellrücken und dem östlich der Stillach gelegenen Moränen- und Flyschrücken. Ein gewaltiger postglazialer Bergsturz ist unter der „unteren Angerer Hütte" niedergegangen und hat „auf dem Körb" einen kleinen Talriegel geschaffen. Torfbildungen finden sich auf dem Hellrücken; größere Mächtigkeit, so daß der Abbau lohnend ist, erreichen die Lager nur bei Kornau.

Anhang.

Der „Alpenmelaphyr".

Im Warmatsgunder Tal kommt ein Eruptivgestein vor, das nicht in die besprochene Formationsreihe zu setzen ist, der sogen. Alpenmelaphyr. Er findet sich in zwei schlechten Aufschlüssen. Der erste liegt auf dem kleinen Fahrwege Ebene-Warmutsgunder Tal, einige Schritte bevor der Weg den Birnwanger Tobel kreuzt; der zweite liegt ca. 30—40 m darunter im Tobel am linken Gehänge unter den hellgrauen flaserigen Seewenkalken, beide Aufschlüsse sind sehr schlecht und die Lagerung ist nicht mehr festzustellen. Die erste Erwähnung in der Literatur finden wir über das Eruptivgestein an der Ebene von Uttinger im Jahre 1812 (das bergigte Land des Allgäus, Taschenb. f. Min. v. Leonhard, VI. Jahrg. S. 152—181 und VII. Jahrg. S. 341—393). Er bestimmt das Gestein als Trapp oder „eigentlichen Grünstein". Spätere Schriftsteller Ami Boué (Geognostisches Gemälde von Deutschland, Frankfurt a. M. 1829, S. 91, 92), Escher v. d. linth (Beitr. zur Kenntnis der Tir. u. Bayer. Alpen, Neues Jahrb. 1845, S. 564) und Studer (Geologie der Schweiz. p. 122) erkennen ebenfalls die eruptive Natur des Gesteins an und bezeichnen es als trappähnliches Gestein. Zu ganz anderen Resultaten gelangt jedoch Schafhäutl (Geogn. Untersuchg. d. südbayer. Grenzgeb. 1851, S. 83—85), er hält die sogen. Trappgesteine nur für Hornsteinbildungen und stellt die eruptive Natur des Gesteins in Abrede. Seine Untersuchungen wurden jedoch schon von Winkler (Neues Jahrb. 1859, S. 641) widerlegt, der wieder die Zugehörigkeit des Gesteins zu den Trappgesteinen nachwies und ihm auf Grund seiner Eigentümlichkeit den Namen Allgovit gab. Gümbel beschäftigt sich in seiner geognostischen Beschreibung des bayerischen Alpengebirges 1861 ebenfalls eingehend mit den Eruptivgesteinen des Allgäus, er hob besonders ihre eruptive Natur hervor und glaubt, daß die Eruption in der Zeit des alpinen Buntsandsteins zu suchen sei.

Alle diese Untersuchungen waren noch ohne Zuhilfenahme des Mikroskopes durchgeführt worden; die erste eingehende Arbeit über die Allgäuer Eruptivgesteine nach modernen Methoden erschien im Jahre 1889 von Karl August Reiser (über die Eruptivgesteine des Allgäus, Wien 1889). Nach Reisers Untersuchungen handelt es sich um einen normalen körnigen Diabas, dem Eisenerze und chloritische Substanzen nie fehlen. Reiser hat auf der Ebene Schürfversuche gemacht, jedoch keine Kontakterscheinungen bei den schlechten Aufschlüssen finden können. Bei der Untersuchung des analogen Vorkommens an den Gaisalpen fand er jedoch Kontakterscheinungen und stellte fest, daß der „Melaphyr" gangförmig im Flysch aufsitzt. Gümbel erwähnt diese Untersuchungen in seiner Geologie von Bayern II, S. 88, fügt jedoch hinzu, es sei auch denkbar, daß der Melaphyr erst infolge der Faltung und Überschiebungen in den Flysch hineingepreßt wurde, analog den kristallinischen Gesteinen im Rettenschwangertal. Lugeon (Régions de la Brèche du Chablais 1896, S. 39) hält die Diabasvorkommnisse für Schubfetzen, die mit den Triassedimenten über den Flysch geschoben seien. Ihr Alter erklärt er für vorjurassisch, wahrscheinlich triasisch. In dem ersten Punkt schließt sich Steinmann (Geol. Beobacht. in den Alpen I, S. 64; Berichte der naturforschenden Ges. in Freiburg i. B., Bd. X Heft 2) dieser Meinung an, er bestimmt aber das Alter für postjurassisch. Rothpletz nimmt in seinen „Alpenforschungen II" S. 32 keine bestimmte Stellung zu dieser Frage, denn nach den heutigen schlechten Aufschlüssen könne man sich kein festes Urteil bilden; er weist aber auf die auffällige Er-

scheinung hin, daß diese basischen Eruptivgesteine stets neben und orographisch unter der Triasdecke auftreten, so daß der Gedanke sehr nahe liegt, sie mit der Überschiebung in Beziehung zu bringen.

Der Freibergsee.

Inmitten des Flysches in einem Riegel, der die Stillach zwingt, nach Osten einen Bogen zu beschreiben, liegt der Freibergsee wie in einer großen Schüssel, dessen Ränder nach innen wie nach außen mit verhältnismäßig großer Steilheit abfallen. Seine Tiefe ist an der tiefsten Stelle im Südosten 23 m, die Umwallung ist durchschnittlich 30 m höher als der Seespiegel, die Ufer fallen mit gleichmäßiger Steilheit ab, nur an einer Stelle westlich des Badehauses an der Ostseite des Sees habe ich in einer Tiefe von 2 m einen Abbruch von 2 m ausgelotet. Wahrscheinlich ist es nur ein Abbruch im Flysch, denn wie ich schon erwähnte, neigt dieses Gestein sehr zu Verrutschungen. Durch die Mitte des Sees in nordsüdlicher Richtung zieht sich eine flache Bank. Der westliche Teil ist flacher, doch erreicht er auch eine Tiefe von 18,5 m, am Rande wird er allmählich durch den Schlamm, der vom Berge hineingeschlemmt wird, verflacht. Ein oberirdischer Abfluß fehlt vollkommen, der einzige oberirdische beständige Zufluß ist ein kleiner Wasserlauf an der Südwestseite. Blaas deutet in seinem Führer durch die Tiroler und Vorarlberger Alpen die Entstehung des Sees durch Glazialerosion an. Tatsächlich finden sich am Westufer auch Moränenreste, doch sind die Wände des Sees viel zu steil, als daß sie von der Bewegung des Gletschereises gebildet sein könnten. Gümbel hält den Freibergsee für ein „wahres Muster eines Glazialsees", jedoch führt er seine Entstehung nicht auf Auskolkung durch Gletschereis zurück, sondern nimmt an, daß vor dem Flyschriegel sich das Eis stark gestaut habe und die Gletscherwasser nach Art der Gletschermühlen das Seebecken geschaffen haben.

III. Tektonischer Teil.

Zwei große Überschiebungslinien durchziehen das behandelte Gebiet: die nördliche beginnt am Ausgang des Warmatsgunder Tales, steigt mit dem Bachbett nach Südwesten, umsäumt die Kanzelwand und Hammerspitz und wendet sich dann nach Westen an den Fuß des Zwölferkopfes. Die südliche zieht von der Rotgundspitze zum Biberkopf.

Das Gebiet, das nördlich der nördlichen Überschiebungslinie liegt, besteht fast ganz aus Flysch, der nach Süden und Südost einfällt und ein isoklinales Faltensystem zusammensetzt. Die Schubmasse im Süden davon besteht aus Trias- und Liasgesteinen, die ebenfalls meist nach Südost einfallen. Sie baut die Bergkette auf zwischen Breitach und Stillach resp. Rappenalpenbach vom Gundsberg bis zum Gaishorn und Zwölferkopf. Die südlichste Überschiebung setzt die Gipfelkette im Südosten des Gebietes zusammen von der Rotgundspitze bis zum Biberkopf.

Nach den eingehenden Untersuchungen von Rothpletz in dem Grenzgebiet zwischen Ost- und Westalpen gehört das Trias-Liasgebirge der Kopfregion der rhätischen Schubmasse an. Es handelt sich dabei um eine Störung von sehr großer Ausdehnung, er bezeichnet sie als „rhätische Überschiebung". Das Stück, das in das Allgäu fällt, wird von ihm „Allgäuer Überschiebung" genannt. Die südlichere Überschiebungslinie gehört zur „Lechtaler Überschiebung", sie hat einen mehr lokalen Charakter und keilt sich im Westen an der Allgäuer Überschiebung aus.

Bei der tektonischen Betrachtung ergibt sich demnach eine Dreiteilung des Gebietes: 1. das basale Gebirge, 2. die Allgäuer Schubmasse und 3. die Lechtaler Schubmasse.

Das basale Gebirge.

Das basale Gebirge wird gebildet von der Kreide in Vorarlberger Fazies und von Flysch. Ein Kreidegewölbe tritt in der Breitachklamm in das Gebiet ein. Es ist durch den Bach herab bis auf den Schrattenkalk angeschnitten und bildet einen Parallelsattel zu dem Gewölbe am Gaisberg. Nach Nordwesten setzt es sich über den Hakenkopf fort, nach Osten taucht es unter die gewaltigen Flyschmassen, die die Berge vom Söllereck bis zu dem höchsten Gipfel, dem Fellhorn (2037,6 m) aufbauen. Die Schichten des Flysch fallen nach Südosten und Süden und setzen ein Faltensystem zusammen, das nach Nordosten und Norden überkippt ist. Die einzelnen Schichten sind vielfach gebogen und zusammengequetscht. Selten findet man größere Aufschlüsse entblößt, denn der Flysch verwittert sehr leicht und neigt sehr zu Verrutschungen. Das Auftreten von „Alpenmelaphyren" der im Warmatsgunder Tal an der Grenze der Überschiebung zu finden ist, wurde schon erwähnt.

Der Rand der Allgäuer Schubmasse.

Der Nordrand der Allgäuer Überschiebung tritt von Osten kommend im Tale des Warmatsgunder Baches in das behandelte Gebiet ein. Folgt man dem Fußwege, der von Birgsau auf der linken Stillachseite in das Tal des Warmatsgunder Baches führt, so trifft man gerade bevor der Weg den Bach überschreitet einen Aufschluß von Flyschschiefern. Es sind dünne, mergelige Schiefer, die reichlich Fucoiden und Helminthoiden führen; etwas oberhalb des Tales auf derselben Seite des Baches findet man anstehenden Dolomit am Gehänge, die Überlagerung ist jedoch nicht zu sehen, da der Hang stark bewachsen ist. Sie muß in einer Höhe von ca. 980 m liegen. Nach den Untersuchungen von Schulze tritt die Überschiebungsfläche am Nordabfall des Himmelsschrofens „sicher nicht unter 943 m vermutlich in einer Höhe von ca. 1000 m aus", sie hat also bei ihrem Übergang über die Stillach keine Niveauänderung erlitten. Geht man auf der linken Bachseite den Fußweg am Wasser entlang talaufwärts, so findet man zunächst an der rechten Seite des Gehänges nur Dolomit; es sind mächtige Klötze, die auf dem Flysche sitzen. Solche isolierte Dolomitvorkommnisse findet man sehr zahlreich auf dem Südosthang des Fellhorns. Nordöstlich der Möseralpe bedecken sie den ganzen Hang, so daß man glauben könnte, hier sei der Dolomit anstehend. Es ist ein Rest der alten Überschiebungsdecke, die früher nach Norden viel weiter ausgedehnt war. Die Erosion hat sie zum größten Teil abgetragen, und nur diese einzelnen Dolomitblöcke und Felsen zeigen ihre frühere Verbreitung an. Die Lagerung eines solchen Blockes von gewaltiger Größe ist vorzüglich zu beobachten, wenn man von dem Wege am Warmatsgunder Bache in den Birnwanger Tobel steigt. Es stehen dort Flyschschiefer an, die mit 45° nach Südosten fallen, und Seewenmergel kommen am linken Bachgehänge zum Vorschein. Ganz unvermittelt sitzt der Dolomitfels auf dem Flysch und scheint gleichsam in ihn hineingepreßt zu sein; eine Bankung ist nicht an ihm zu beobachten.

Wir haben den Fußweg zum Warmatsgund an der Stelle verlassen, wo er den Birnwanger Bach überschreitet. Wenn wir ihn weiter verfolgen, finden wir gleich

am rechten Gehänge einen kleinen Aufschluß von Seewenmergeln, die hier im Warmatsgunder Tal an mehreren Stellen zwischen den Flyschschiefern zum Vorschein kommen. Nur wenige Schritte weiter sehen wir am jenseitigen Gehänge auf eine lange Strecke die Überlagerung des Dolomites über den Flysch. Der Flysch ist gefältelt und fällt nach Süden und Südwest ein. Die Überschiebungsfläche ist ganz flach, nahezu horizontal. Am Dolomit ist eine Schichtung nicht zu erkennen, er zeigt nur regellose Klüftung und hat eine brecciöse Beschaffenheit.

Während wir an diesem Aufschluß die Überschiebungsfläche nur wenige Meter über dem Bachbett gefunden haben, bestand das untere Gehänge des Birnwanger Tobels noch ganz aus Flysch und Seewenmergeln, die Überlagerungsfläche des Dolomitfels ist hier ungefähr 40 m höher, es muß also der Warmatsgunder Bach einer Verwerfung folgen und das nördliche Gebirge liegt höher wie das südliche. Dieselbe Beobachtung können wir machen, wenn wir weiter talaufwärts wandern. Der Aufschluß der Überschiebung verschwindet bald, denn man kommt in das Niveau des Dolomites. Zur Rechten hat man jedoch noch Flysch und Seewenmergel anstehend.

Der Fußweg vereinigt sich nun bald mit der Fahrstraße, die von der Ebene zur Alphütte „am Wank“ führt. Das Tal wird breiter und die Aufschlüsse von anstehendem Gestein verschwinden, denn Gehängeschutt und Moränen verhüllen alles. Hoch oben am Gundsberg sieht man die Dolomitwände aufragen. Jedoch kommt am Gehänge der Flysch noch einmal in drei kleinen Fenstern an die Oberfläche. Es sind dünne, gefältelte Schiefer, wie sie unten im Tale anstehen. In einer Höhe von 1350 m unter P. 1384,4 finden sie sich in dem dichtbewachsenen Gehänge versteckt.

Kurz nachdem man die Alphütte „am Höfle“ passiert hat, sieht man den Flysch am linken Bachgehänge anstehen, etwas weiter erscheint er auch an der rechten Seite des Weges und darüber ein Dolomitfels. Daß es sich aber auch nur um einen isolierten Fels handelt, kann man beobachten, wenn man einige Schritte weiter in dem Bachbett emporsteigt, das hier in den Warmatsgunder Bach mündet. Man hat dann zur rechten Hand die Flyschschiefer überall anstehend.

Der Weg hat uns auf eine weite, nahezu ebene Wiese geführt, auf der die Alphütte „am Wank“ steht. Die Berge vor uns: Schüsser, Hochgernspitz, Hammerspitz, Warmatsgundkopf und die Katzenköpfe bestehen aus Dolomit, man kann mit den Augen annähernd die Grenze von den Flyschbergen und den Dolomitspitzen erkennen. Der Rand der Überschiebung steigt weiter nach Westen am Gehänge hinauf, umsäumt nach Norden den Warmatsgundkopf und die Hammerspitz in ungefähr derselben Höhe und senkt sich dann in das Tal des „wilden Tobels“ hinab. Unter dem Zwölferkopf hat er nur noch eine Höhe von 1300 m. Eine Schuppe von Aptychenkalk ist hier zwischen Dolomit und dem basalen Flysch eingeklemmt.

Blicken wir von der Alphütte nach Südwesten auf die Wand des Schüssers, so bemerken wir zwischen den unteren Felsen einen grünen Fleck, der sich durch seine üppige Vegetation hervorhebt. Man kann mit leichter Mühe über den Grashang dorthin gelangen und findet dann eine Scholle von Aptychenkalk und Flysch. Sie ist wohl von der Überschiebung mitgeschleppt worden und durch die Erosion an dieser Stelle bloßgelegt. Noch höher in dem Kar unter der Schüsserwand ist ein anderer kleiner Aufschluß von Aptychenkalk, der jedoch fast ganz durch die Moräne verschüttet ist. Im Südosten der Alphütte ragen die Dolomitmassen des

Griesgundkopfes hervor, auch hier sind in der untersten Schutthalde zwei kleine Aufschlüsse von Flysch verborgen; sie befinden sich in einer Höhe von ca. 1500 m unter dem „Birkarts Gündle". Ein anderes Fenster von Flysch treffen wir unter dem Roßgundkopf. Wir steigen den großen Moränenhang „im Wank" hinauf und gelangen an die Kühgundalpe. Wenn wir dann unsern Blick nach Osten richten, sehen wir schon von weitem aus dem oberen Teil der Schutthalde eine Stelle, die durch die üppige Vegetation auffällt; steigt man den Hang hinauf, so hat man wieder Flyschschiefer vor sich, die jedoch Kalkgerölle von zum Teil Kopfgröße einschließen. Hornsteine finden sich ebenfalls darin.

Fig. 1.
Fidcripaß von Osten.

Ein Fenster von Flysch und Seewenmergel, das in geradezu großartiger Weise einen Einblick in den geologischen Bau des Gebirges gibt, haben wir am Fideripaß vor uns. Der Flysch steht hier in einer Wand von ca. 80 m an, es sind dünne Mergel, die massenhaft Gerölle und Hornsteine einschließen. Dazu treten an der östlichen Seite Seewenmergel auf, helle, flaserige Kalke und etwas höher auf dem Wege, der über den Paß führt, findet sich ein kleiner Aufschluß von Seewenmergel. Der Flysch endigt im Norden an einer steilen Bruchfläche, es ist die Warmatsgunder Verwerfung, deren Fortsetzung wir hier haben. Im Süden ist die Grenze zwischen Dolomit und Flysch durch Moränen und Gehängeschutt verdeckt, jedenfalls ist der Dolomit jedoch flach über den Flysch geschoben worden. Zwei kleine Verwerfungen, die parallel in nordöstlicher Richtung streichen, durchsetzen die Flyschwand. Sie sind die Ursache, daß im Flysch noch einmal der Dolomit liegt. In ihrer Fortsetzung nach Nordosten liegt ein kleiner Hügel von Flysch, der eine Kappe von Dolomit trägt. Die Südwestwand des Passes wird wieder von Dolomit gebildet, nur der nach Nordwesten vorspringende Grat des nördlichen Schafalpenkopfes zeigt eine schmale Einlagerung von Flysch, steil aufgerichtete, dünne Schiefer. Es ist dies wieder die Fortsetzung der Warmatsgunder Verwerfung.

Der Rand der Lechtaler Überschiebung.

Die Gipfelkette im Südosten des Gebietes von der Rotgundspitze bis zum Biberkopf wird ganz aus Dolomit aufgebaut. Wie ich schon erwähnte, haben wir hier die Lechtaler Überschiebung vor uns. Der Dolomit ist über den Lias geschoben worden und der Rand der Überschiebung zieht sich am Fuße der Gipfel Rotgundspitze, Hochgundspitze, Rappenseekopf, Hochrappenkopf bis zum Biberkopf hin.

Fig. 2. Phot. von Loesch.
Lechtaler Überschiebung von der Rappenseehütte, Rotgundspitz und Rückerskopf.

Die Steilheit der Überschiebung habe ich an zwei gut aufgeschlossenen Wasserrissen gemessen; die eine Stelle war unter dem Hochrappenkopf und die andere an der Nordwand des Biberkopfes. Die Steilheit der Überschiebung betrug in beiden Fällen ca. 80°, nach der Tiefe zu muß sie jedoch bedeutend flacher werden, wie das Fenster an der unteren Steinscharte zeigt, das von Schulze beschrieben worden ist. Rutschstreifen habe ich nicht entdecken können.

Die Allgäuer Schubmasse.

Fast den ganzen Teil des Gebietes südlich des Warmatsgunder Tales und südlich der Kanzelwand nimmt die Allgäuer Überschiebung ein. Betrachten wir zuerst das allgemeine Profil Nr. 4, das den Fideripaß schneidet und am besten eine Übersicht gibt. Der Dolomit der Hammerspitze, Hochgernspitze und des Schüssers ist flach über den Flysch im Westen geschoben, am Fideripaß haben wir eine große Verwerfung. Der nördliche Gebirgsteil ist abgesunken und der basale Flysch tritt wieder an die Oberfläche. Den Rand einer zweiten Überschiebung haben wir im Nordwesten der Schafalpenköpfe. Der Boden der Taufersberger Alpe wird durch eine enge Mulde von Kößnern und Lias gebildet. Aber nur der eine Flügel ist sichtbar, denn der Dolomit besteht aus zwei Schuppen und die obere, die ganz flach auf der unteren liegt, verdeckt einen Teil der Mulde. Die Kößner bilden einen Luftsattel, der Gegenflügel ist der kleine Flügel, auf dem das Jagd-

haus steht. Der Hang zwischen den beiden Kößnerzügen besteht aus Dolomit. Daß aber auch der untere Kößnerzug eine im Dolomit eingelagerte Mulde bildet, kann man daraus erkennen, daß die untere Wand an der anderen Talseite aus Dolomit gebildet wird. Durch eine steil nach Süd geneigte Verwerfung wird hier der Dolomit abgeschnitten, und der ganze Hang bis zum Dolomit der Lechtaler Überschiebung, der in einer Höhe von 2200 m lagert, besteht aus Lias-Fleckenmergel.

Die Warmatsgunder Verwerfung hatten wir bis zum Passe auf dem Nordwestgrat des nördlichen Schafalpenkopfes verfolgt. Sie behält genau ihre Richtung bei und ist wieder zwischen Angerer- und Liechelkopf zu finden, wo in den Dolomitmassen eine Einlagerung von Kößner Mergeln und dünnen Liasschiefern zu finden ist (siehe Profil Nr. 3). Die Liasschiefer treffen wir noch einmal in einem kleinen Aufschluß im „wilden Gund", dann zieht die Verwerfung etwas nach WSW. außerhalb des Gebietes auf die obere Gentschelalpe.

Das Gebirge nördlich dieser Störung besteht hauptsächlich aus Dolomit; Kanzelwand, Hammerspitz, Hochgernspitz und Schüsser sind nur aus Dolomit aufgebaut, die kleinen Schollen von Aptychenkalk unter der Nordostwand des Schüssers wurden schon erwähnt. Durch das Tal des wilden Tobels getrennt liegt die andere Gipfelkette nördlich der Verwerfung: Liechelkopf, Elferkopf, Zwölferkopf. Am Fuße des Zwölferkopfes über dem basalen Flysch befindet sich eine mitgeschleppte Scholle von hellem Aptychenkalk, der Berg selbst besteht ganz aus Dolomit. Eine regelmäßige Mulde von Kößnern und Lias mit einem Kern von Aptychenschichten, der den Gipfel des Elferkopfes bildet, befindet sich zwischen Zwölferkopf und Liechelkopf. Der Südflügel der Mulde ist jedoch gestört, die Kößnerkalke sind von der tonigen Flyschscholle durch eine steile Verwerfung getrennt. Sie streicht ins Tal der Wiedenalp und verschwindet unter den Moränen. Am Nordrand der Mulde werden die Kößner immer weniger mächtig und keilen sich schließlich ganz aus. Eine Störung ist hier jedoch nicht zu beobachten.

Wie ich schon erwähnt hatte, besteht das Massiv der Schafalpenköpfe bis zum Rappenalpenbach aus zwei Schuppen, wie dies am Profil Nr. 4 dargestellt ist. Die obere liegt ganz flach auf der unteren. Sie erstreckt sich im Norden bis unter den Schartenkopf, in nordwest-südöstlicher Richtung bis zum Scheidbichel P. 1511,8. Am Griesgundtobel ist sie zum Teil durch Erosion entfernt und die untere Schuppe, die eine breite Mulde von Lias- und Aptychenkalk einschließt, wird sichtbar. Der obere Dolomit ist zwischen den Wasserrissen als dünne Decke erhalten. Im Tobel selbst findet man Liasschiefer und ganz verdrückten Aptychenkalk, der anscheinend in den Lias eingefaltet war. Die Lagerung ist jedoch so gestört, daß es unmöglich ist, sich ein klares tektonisches Bild zu machen. Zwischen zwei Verwerfungen, die von Nordwest nach Südost streichen, ist der überschobene Dolomit eingesunken und befindet sich im Niveau des Aptychenkalkes.

Ein kleiner Aufschluß von Liaskalk ist an der großen Schutthalde, die sich südöstlich vom Tobel ins Tal senkt, etwa 20 m unter ihrem oberen Rande zu sehen. Es ist ein kleiner Aufschluß von Dolomit und Lias. Der überschobene Dolomit ist an einer ostwestlich gerichteten Verwerfung abgesunken und befindet sich mit den nach Nordwest streichenden Liasschiefern in derselben Höhe.

Im Südosten steigt der Rand der oberen Schuppe vom Scheidbiechel P. 1511,8 zur Vordertaufersberger Alpe bis zu 1728 m an. Der ganze Hang bis hierhin besteht aus Dolomit, und eine genaue Grenze ist nicht nachzuweisen. Auf der Vordertaufersberger Alpe haben wir wieder eine Mulde der unteren Schuppe von

Kößnern mit einem Kern von Lias. Auch die obere Schuppe führt an dieser Stelle Kößner und Lias, so daß das tektonische Bild ein sehr verwickeltes ist (siehe Profil Nr. 7). Die Überschiebungsstelle kennzeichnet sich dadurch, daß drei Quellen an ihr auftreten. Von dem P. 1723,3 zieht sich der Rand der Überschiebung bis zur Quelle des Vorderbergbaches (1555 m), der mit außerordentlichem Wasserreichtum zwischen den Steinen hervortritt. Von der Mulde der unteren Schuppe ist jetzt meist nur noch ein Flügel erhalten, der andere wird von der oberen Schuppe bedeckt. Diese steigt wieder an, indem sie sich den Bergformen genau anpaßt bis zur unteren Angerer Hütte, die in einer Höhe von 1722,5 m liegt. In NNW.-SSO.-Richtung streicht hier eine Verwerfung durch und schneidet die Kößner ab. Ungefähr 150 m höher am Gehänge finden wir einen kleinen Aufschluß von Kößner Kalken auf dem Dolomit liegend, und 200 m höher erscheint der Zug Kößner wieder, der an der Angerer Hütte durch die eben erwähnte Verwerfung abgeschnitten ist. Im Nordwesten wird er durch die obere Schuppe begrenzt und im Südwesten schneidet ihn eine Verwerfung ab, an der das südliche Gebirge abgesunken ist. Südlich dieser Verwerfung werden unter dem Kempter Kopf der Lias des Muldenkernes und die Kößner des Gegenflügels sichtbar. Der kegelförmige Gipfel des Berges wird durch eine Dolomitkappe der oberen Schuppe gekrönt. Der südliche Nebengipfel wird ebenfalls aus überschobenem Dolomit gebildet, der ganz flach nach Südosten einfällt. Der Rand der oberen Schuppe senkt sich ins Tal der Wiedenalpe und ist unter den Moränen nicht mehr nachzuweisen.

Fig. 3.
Kempter Kopf von Südosten.

Der kleine Höhenrücken, auf dem das Jagdhaus steht, ist der Gegenflügel zu der Mulde auf der Taufersberger Alpe. Die Kößner bilden einen Luftsattel, nach Nordosten ist der untere Kößner Zug durch eine große Verwerfung abgeschnitten, an der der nördliche Gebirgsteil abgesunken ist. Diese Verwerfung streicht von WNW. nach OSO. Auf der Taufersberger Alpe veranlaßt sie das plötzliche Schmälerwerden der Kößner unter „Grubach“, nach OSO. streicht sie an

der großen Wand unterm Känzele und bewirkt, daß der Dolomit dort plötzlich verschwindet. Der Kößner Zug, auf dem das Jagdhaus steht, setzt sich nach Südwesten fort fast bis „auf den Körb“; dort wird er durch eine Verwerfung abgeschnitten und erscheint erst wieder an demselben Talgehänge ca. 50 m unter der Speicherhütte; von hier aus steigt er mit dem Tale bis zum Haldenwanger Eck. Normal an ihn grenzen im Südwesten die Liasfleckenmergel, zum Teil schieben sich auch die roten Liaskalke dazwischen. Die Allgäuschichten stehen steil und bilden eine Mulde, der andere Teil der Mulde auf der südlichen Talseite ist durch eine Überschiebung abgeschnitten gegen die Plattenkalke des Rauhgernrückens (siehe Profil Nr. 1). Eine große SW.-NO. gerichtete Verwerfung, die die Veranlassung der Steilwand im Süden des Rauhgernrückens ist, schneidet den Lias unter P. 1837 vollständig ab und bewirkt, daß jetzt die ganze Steilwand nordöstlich davon aus Dolomit besteht. Die Überschiebung des Dolomits über den Lias ist unter dem Schutt begraben, erst unter dem Grüner wird der Lias abermals durch eine Verwerfung gehoben und wird wieder an diesem Talgehänge sichtbar.

Der Grüner wird aus einem Gewölbe von Dolomit aufgebaut (siehe Profil Nr. 6), eine genau O.-W. streichende Verwerfung schneidet im Norden den Dolomit ab, der südliche Teil ist gehoben, und die Verwerfung veranlaßt, daß der Plattenkalk, der auf dem Dolomit lag, flach gelagert ist. Die Oberen Rhätischen Kalke, die im Südosten des Grüners auftreten, werden durch eine steile Überschiebung vom Dolomit geschieden, die Überschiebung streicht anfangs nach Nordost, wendet sich dann nach N.-NO. und verschwindet in dem weichen Liasschiefer. Der ganze südliche Hang des Rappenalpentales vom Salzbiechel bis zum Körber Tobel besteht aus Lias-Fleckenmergeln, erst unter der Rappenalp tauchen wieder Plattenkalke auf. Sie liegen auf dem Dolomit, der die untere Steilwand bildet, und sind durch eine Verwerfung von ca. 45° Neigung nach Süden vom Lias getrennt. Der Dolomit setzt sich in der Wand weiter fort bis nach Nordost. Er wird vom Lias durch die eben erwähnte Verwerfung getrennt. Unter der Linkersalpe wird er durch die große Verwerfung unterm „Känzele“ abgeschnitten. Wenn wir die Fortsetzung der Störung suchen, so gelangen wir auf die Breitengernalp, wo wir wieder die Verlängerung des Kößner Zuges finden, auf dem das Jagdhaus steht. Die Kößner ziehen nach Nordost auf die Petersalp und bilden hier eine im Dolomit eingelagerte Mulde. Das Gehänge darüber, der Heubaumrücken, besteht ganz aus Lias-Fleckenmergel.

Die mächtigen Ablagerungen von Allgäuschichten von den Schloßwänden bis zum Heubaum sind in Sätteln und Mulden gelagert, die meist nach Nordwesten übergekippt sind. Lokal kann man jedoch auch Überfaltungen nach Südosten beobachten, das Gestein ist sehr weich, ganz zerknittert und durch zahlreiche Verwerfungen und Verschiebungen gestört. Die einzelnen Synklinalen und Antiklinalen lassen sich nicht weit verfolgen. An jedem neuen Aufschluß tauchen wieder neue Falten auf, die anscheinend ziemliche Ausdehnung haben. Sucht man jedoch ihre Fortsetzung in dem nächsten Aufschluß, so hat man wieder ein Faltensystem vor sich, das in keine unmittelbare Beziehung zum vorigen zu bringen ist.

Wenn wir die Allgäuer Schubmasse in unserem Gebiet noch einmal als Ganzes betrachten, so haben wir zwei Schuppen vor uns, und zwar liegt die kleinere, die die Gipfel der Schafalpenköpfe bis zum Griesgundkopf bildet, ganz flach auf der basalen, die den übrigen Teil der Allgäuer Schubmasse aufbaut.

Der Rand der kleinen Schuppe zieht sich im Nordwesten vor dem Kempter Kopf bis zur „unteren Angerer Hütte“, von dort auf die Taufersberger Alpe bis zum Vorderbergbach und bis zur Vordertaufersberger Alpe. Im Nordosten geht die Grenze von der Vordertaufersberger Alpe, indem sie sich den Bergformen anschmiegt, bis zum Griesgundtobel, umsäumt dann im Norden den Schartenkopf und fällt wohl im Nordwesten mit der Verschiebung zusammen, die wir im Warmatsgunder Tal bis zum Fideripaß und weiter nach Südwesten verfolgt haben.

Der zweifellose Nachweis dieser oberen Schuppe ist nicht überall möglich. Ihre Ausdehnung und ihr Zusammenhang beruht zum großen Teil auf Kombination. Am Kempter Kopf und am Griesgundtobel ist die Überschiebung deutlich zu sehen. Auf der Taufersberger Alpe ist sie sehr wahrscheinlich, schon das Auftreten der vielen Quellen deutet darauf hin, zu sehen ist sie hier aber nicht. Von der Vordertaufersberger Alpe bis zum Griesgundtobel und von hier bis unter dem Schartenkopf verläuft die Grenze im Dolomit und ist nur konstruiert.

Die Lechtaler Schubmassen.

Der Teil der Lechtaler Schubmasse, der noch in das behandelte Gebiet reicht, ist sehr gering. Es ist fast alles Dolomit, aus dem die Schubmasse sich hier aufbaut. Da wir den Rand der Überschiebung vor uns haben, ist es auch sehr erklärlich, daß der harte Dolomit ebenso wie bei der Allgäuer Überschiebung vorangeschoben wurde und so den äußersten Rand aufbaut. Am Südostgrat des Hochrappenkopfes zieht der Lias durch eine Verwerfung getrennt hinauf bis auf den Grat. Bei P. 2294 desselben Grates zum Biberkopf finden wir eine kleine Mulde von Plattenkalk in den Dolomit eingeklemmt. Der untere Teil der Mulde ist durch die Überschiebungsfläche abgeschnitten und so sitzen die Bänke des Plattenkalkes vollständig diskordant auf dem Lias.

An der Nordwand des Biberkopfes schiebt sich ein schmales Band von Plattenkalk zwischen Lias und Dolomit. In einer Höhe von 2280 m ist in derselben Wand eine Mulde von Kößner Mergel eingefaltet.

IV. Rückblick.

Nachdem ich versucht habe, den geologischen Bau des aufgenommenen Gebietes zu erklären, wollen wir nun betrachten, in welcher Weise dieser Bau zustande gekommen ist. Die Faltungen und Überschiebungen fallen zeitlich nicht alle zusammen, vielmehr haben wir drei Perioden der tektonischen Störungen zu unterscheiden.

Zur Trias- und Jurazeit sandten die ostalpinen Meere ihre Ausläufer ins Allgäu, in der Kreidezeit wichen sie nach Westen und Norden zurück und das Festland tauchte allmählich auf. Das Flyschmeer drang nur mit schmalen Armen von Osten her in die Landmasse ein. Seine Ablagerung wurde unterbrochen, denn es erfolgte der erste gewaltige Zusammenschub, der alle Gesteine, die Flyschablagerungen nicht ausgenommen, in Falten legte. Die Streichrichtung dieser Falten ist von Nordost nach Südwest, also muß der Schub quer zu dieser Richtung erfolgt sein.

Nachdem dieses Faltensystem entstanden war, erfolgte ein neuer Zusammenschub in ostwestlicher Richtung. Da die Gesteine jedoch schon in Südwest-nordöstlich streichende Falten gelegt waren, konnten sie sich nicht weiter verbiegen,

es entstanden Zerreißungen und der östliche Gebirgsteil wurde auf einer sanft ansteigenden Fläche über den westlichen geschoben. Auch die Überschiebungsdecke zerriß bei dieser Bewegung, und es bildeten sich in dem überschobenen Gebirge kleinere Überschiebungen. Auf diese Weise ist die eigentümliche Schuppenstruktur der Allgäuer Berge zu erklären.

Es folgt nun eine Periode der Ruhe, in der die Erosion allein arbeitet. Das Molassemeer war gegen Norden zurückgewichen, erst gegen Ende der Miocänzeit erfolgt wieder eine Periode der Störungen. Die Molasse wurde in Falten geworfen, in dem schon gefalteten und überschobenen Gebirge treten neue Dislokationen auf.

Damit ist der allgemeine Bau des Gebirges gegeben, die Erosion arbeitet weiter und beginnt die feinere Modellierung der Berge. Die Wasserläufe folgen dabei meist den tektonischen Linien. So fällt z. B. der Lauf des Warmatsgunder Baches mit der Verwerfung genau zusammen und der Vorderbergbach entspringt an einer Überschiebung.

Dann kamen die großen Eiszeiten, füllten die Täler mit ihren gewaltigen Eismassen und begannen ihr Zerstörungswerk. Sie höhlten die Täler noch mehr aus, schliffen die Unregelmäßigkeiten der Hänge glatt und setzten bei ihrem Zurückweichen die Moränen ab. Mit dem Ende des Diluviums gelangen wir in die Jetztzeit, die Erosion setzt ihr Werk noch immer fort, große Veränderungen hat das Bild der Berge jedoch nicht mehr erlitten. Ein gewaltiger Bergsturz „auf dem Körb“ fällt in postglaziale Zeit, ebenso sind die Torfbildungen auf den Moränen des Hellrückens ganz jungen Datums. Wie das Wasser und der Frost wirken, können wir vorzüglich an den Bergformen studieren. Besonders charakteristisch in dieser Beziehung sind die Liashänge, in die die Bäche tiefe Schluchten sogen. Tobel einschneiden und jährlich kolossale Mengen des weichen Gesteins ins Tal führen.

Wie die Berge von dem geologischen Bau ihre Formen erhalten haben, so ist es auch natürlich, daß das ganze Landschaftsbild, das durch die Vegetation hauptsächlich seinen Charakter erhält, von den Gesteinen abhängt. Der Dolomit bildet die höchsten Gipfel, schroffe, kahle Felsen, durch das Wasser und den Frost wie zerhackt; wo er tiefer im Tale auftritt, siedelt sich eine dürftige Vegetationsdecke von Gras und Legföhren darauf an. Niemals kann Laubholz auf dem Dolomit gedeihen und wo dies anscheinend der Fall ist, kann man mit Sicherheit darauf rechnen, eine Einlagerung von Kößnern oder Liaskalk zu finden. Die Kößnerschichten lassen überall eine üppige Vegetation zu, am charakteristischsten sind jedoch die Fleckenmergel. Sie bilden weiche, wellige Formen mit üppiger Vegetation und die dem Allgäu eigentümlichen steilen Grashänge, die ungestuft von zahlreichen, tiefeingeschnittenen Wasserrinnen durchschnitten werden. Ganz ähnliche Verwitterungsformen, jedoch nicht so ausgeprägt wie die Allgäuschichten, zeigt der Flysch.

Profile.

1. Gaishorn-Rauhgernrücken zeigt die Überschiebung von Plattenkalk und Dolomit über den Lias.
2. Zwölferkopf-Schrofenpaß. Der Allgäuer Überschiebungsrand unterm Zwölferkopf.
3. Rappenseekopf bis zur Breitach zeigt die Allgäuer und Lechtaler Überschiebung.
4. Kempter Kopf besteht aus einer Mulde von Kößnern und Lias und wird vom Dolomit der oberen Schuppe überlagert.
5. Profil durch den Grüner.
6. Roßgundkopf und Vordertaufersberger Alpe. Die untere Schuppe enthält eine Mulde von Kößnern mit einem Kern von Lias; die obere enthält auch Lias und Kößner Schichten.
7. Heubaum Buchrainer Alp.
8. Griesgundtobel 1 : 6250. Die untere Schuppe enthält eine breite Mulde von Lias und Aptychenkalk, wird überlagert vom Dolomit der oberen Schuppe.
9. Freibergsee.
10. Nord-Südprofil schneidet den Griesgundkopf und die nördlichen Flyschberge (Fellhorn, Schlappold) in halber Höhe.
11. Tektonische Übersichtskarte 1 : 75000.

Literaturverzeichnis.

Ampferer, O., Kritisches Referat über G. Schulze, die geologischen Verhältnisse des Allgäuer Hauptkammes. Verhandl. d. K. K. Geol. R.-A. Wien 1906. p. 273.

— Bemerkungen zu den von Arn. Heim und A. Tornquist entworfenen Erklärungen der Flysch- und Molassebildung am nördlichen Alpensaume. Verhandl. d. K. K. Geol. R.-A. 1908. Nr. 9.

— Kritisches Referat über E. Wepfer, die nördliche Flyschzone im Bregenzer Wald. Verhandl. d. K. K. Geol. R.-A. Heft 9. 1909.

— Kritisches Referat über Hugo Mylius, die geologischen Verhältnisse des hinteren Bregenzer Waldes. Verhandl. d. K. K. Geol. R.-A. Heft 8. 1909.

— Bemerkungen zum II. Teil der von A. Rothpletz herausgegebenen Alpenforschungen. Verhandl. d. K. K. Geol. R.-A. 1906.

Bittner, Brachiopoden der alpinen Trias. Abhandl. d. K. K. Geol. R.-A. XIV. Wien 1890.

Blaas J., Geologischer Führer durch die Tiroler und Vorarlberger Alpen. Innsbruck 1902.

Böse E., Geologische Monographie der Hohenschwangauer Alpen. Geogn. Jahresh. Jahrg. 1893.

— Über liasische und mitteljurassische Fleckenmergel in den Bayerischen Alpen. Berlin 1895.

— Beiträge zur alpinen Trias. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1898.

Ami Boué, Geognostisches Gemälde von Deutschland. Frankfurt a M. 1829.

Diener C., Bau und Bild der Ostalpen und des Karstgebietes. Wien, Leipzig 1903.

v. Dittmar, Die Contortazone. München 1864.

Eckert M., Das Gottesackerplateau ein Karrenfeld im Allgäu Wissensch. Ergänzungsheft für die Zeitschr. d. Deutsch. u. Österr. Alpenvereins. I. Bd. 3. Heft. 1902.

Escher v. d. Linth, Geologische Bemerkungen über das nördliche Vorarlberg und einige angrenzende Gegenden. Denkschr. d. Schweizer Naturf.-Ges. 1853.

— Beiträge zur Kenntnis der Tiroler und Vorarlberger Alpen. Neues Jahrb. 1845.

v. Fischer-Ooster C., Die fossilen Fucoiden der Schweizer Alpen. Bern 1858.

Fraas E., Szenerie der Alpen. Leipzig 1892.

Fuchs P., Über die Natur des Flysches. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wissensch. Bd. LXXV. 1877.

— Über die Entstehung des Aptychenkalkes. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wissensch. Jahrg. 1877. Bd. LXXVI.

— Studien über Fucoiden und Hyroglyphen. Wien 1895.

v. Gümbel, Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges und seines Vorlandes. Gotha 1861.

— Beiträge zur geognostischen Kenntnis von Vorarlberg und dem nordwestlichen Tirol. Jahrb. d. K. K. Geol. R.-A. Wien 1856. VII. Jahrg.

— Geologie von Bayern. Bd. II. Kassel 1894.

— Die Dachsteinbivalven und ihre alpinen Verwandten. Sitzungsber. d. K. B. Akad. d. Wissensch. Bd. XLV.

v. Hauer F., Über die Gliederung der Trias-Lias- und Juragebilde in den Niederösterreichischen Alpen. IV. Jahrg. Wien 1853.

Haug E., Beiträge zur Kenntnis einer Monographie der Ammonitengattung *Harpoceras*. Neues Jahrb. für Min. 1885. Beilage Bd. III.

Heim Arn., Zur Frage der exotischen Blöcke im Flysch. Eclogaea Geol. Helvet. 1907.

— Die Brandung der Alpen am Nagelfluhgebirge. Vierteljahresheft d. Naturf.-Ges. Zürich 1906.

Heer O., Flora fossilis Helvetiae. Zürich 1876.

— Die Vorwelt der Schweiz. Zürich 1879.

Hesse E., Die Mikrostruktur der fossilen Echinodermenstacheln und deren systematische Bedeutung. Neues Jahrb. f. Min. u. Geol. Beilage Bd. XIII.

Hovelacque M., Album de microphotographies de roches sédimentaires. Paris 1900.

Knauer J., Geologische Monographie des Herzogstand-Heimgarten-Gebietes. München 1906.

Lorenz T., Geologische Studien im Grenzgebiet zwischen helvetischer und ostalpiner Facies. II. Teil. Südliches Rhätikon. Berichte der Naturf.-Ges. in Freiburg i. B. Bd. XII.

Lugeon M., Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse. Bulletin de la Soc. Géol. de France. 4. I. 1901.

— La Région de la Brèche du Chablais. 1895.

v. Mojsisovics E., Aus den Vorarlberger Kalkalpen. Verhandl. d. K. K. Geol. R.-A. Jahrg. 1872. Wien.

— Beiträge der topischen Geologie der Alpen. Jahrb. d. K. K. Geol. R.-A. Jahrg. 1893. Wien.

Mylius H., Die geologischen Verhältnisse des Hinteren Bregenzer Waldes. Landeskundl. Forschungen der Geogr. Ges. in München. Heft 5. 1909.

Oppel A. und Suess E., Über die mutmaßlichen Äquivalente der Kößner Schichten in Schwaben. Sitzungsber. d. math.-naturw. Klasse d. K. Akademie d. Wissensch. Jahrg. 1856.

Oppel A., Paläont. Mitteilungen aus dem Museum des Bayr. Staates 1862 III. Über jurassische Cephalopoden.

d'Orbigny A., Paléontologie française. Terrains jurassiques I. Paris 1842—49.

Penck A. und Brückner E., Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig 1901.

Penck A., Die Vergletscherung der deutschen Alpen. Leipzig 1882.

Pfaff F. W., Bemerkungen über Chondriten und ihre Entstehung. Geogn. Jahresh. 14. Jahrg. 1901. München.

Quenstedt F. A., Der Jura. Tübingen 1858. Petrefaktenkunde. Tübingen 1858.

Reiser Karl Aug., Über die Eruptivgesteine des Allgäu. Min. u. Petrogr. Mitteil. von Tschermak. X. Bd. 6. Heft. Wien 1889.

Rothpletz A., Geologisch-paläontologische Monographie der Vilser Alpen mit besonderer Berücksichtigung der Brachiopoden-Systematik. Paläontographica. Bd. XXXIII. Stuttgart 1886.

— Das Karwendelgebirge. München 1888.

— Über Flyschfucoiden und einige andere fossile Algen, sowie über liasische diatomeenführende Hornschwämme. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1896.

— Geologische Alpenforschungen I. München 1900.

— Geologische Alpenforschungen II. München 1905.

— Geologischer Führer durch die Alpen. Das Gebiet der zwei großen rhätischen Überschiebungen zwischen Bodensee und dem Engadin. Berlin 1902.

Schafhäutl E., Geognostische Untersuchungen des südbayerischen Alpengebirges. 1851.

— Südbayerns Lethaea geognostica. Leipzig 1863.

Schardt H., Les régions exotiques du vers aux nord des Alpes Suisses. Bulletin de la Soc. vaudoise des Sciences natur. Vol. XXXIV. Nr. 128. 1898.

Schmidt A. R., Vorarlberg nach den von dem geogn. montan. Verein für Tirol und Vorarlberg veranlaßten Begehungen geognostisch beschrieben. Innsbruck 1843.

Schmidt C. und Steinmann, Geologische Mitteilungen aus der Umgebung von Lugano. Verhandl. d. Naturf.-Ges. zu Basel. Bd. IX.

Schmidt C., Bild und Bau der Schweizer Alpen. Basel 1907.

Schulze G., Die geologischen Verhältnisse des Allgäuer Hauptkammes von der Rotgundspitze bis zum Kreuzeck und der nördl. ausstrahlenden Seitenäste. Geogn. Jahresh. 18. Jahrg. München 1905.

Steinmann G., Geologische Beobachtungen in den Alpen I. Das Alter der Bündner Schiefer. Ber. der Naturf.-Ges. zu Freiburg i. B. 1895.

— Geologische Beobachtungen in den Alpen II. Die Schardt'sche Überfaltungstheorie und die geologische Bedeutung der Tiefseeabsätze. Ber. d. Naturf.-Ges. Freiburg i. B. 1905.

— Geologische Probleme des Alpengebirges. Zeitschr. d. D. u. Ö. Alpenvereins. 1906.

— Einführung in die Paläontologie. Leipzig 1907.

Studer, Geologie der Schweiz.

Suess E., Die Brachiopoden der Kößner Schichten. Denkschr. d. K. Akad. d. Wissensch. Wien 1854.

Termier P., Les nappes des Alpes orientales et la synthèse des Alpes. Bulletin de la Soc. Géol. de France. 4. III. 1903.

— Les Alpes entre le Brenner et le Valtelin. Bulletin de la Soc. Géol. de France. 4. V. 1905.

Termier P., La synthèse géol. des Alpes. 1906.

Tornquist, Vorläufige Mitteilung über die Allgäu-Vorarlberger Flyschzone. Sitzungsber. d. K. Preuß. Akad. d. Wissensch. XXX. Berlin 1907.

— Die Allgäu-Vorarlberger Flyschzone und ihre Beziehung zu den ostalpinen Deckenschüben. Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Paläont. Bd. I. Stuttgart 1908.

— Noch einmal die Allgäu-Vorarlberger Flyschzone und der submarine Einschub ihrer Klippenzone. Verhandl. d. K. K. Geol. R.-A. 1908. Heft 14.

Uttinger, Das bergigte Land des Allgaus geognostisch betrachtet. Taschenbuch f. Min. von Leonhard. VI. u. VII. Jahrg.

Vacek M., Über Vorarlberger Kreide. Sitzungsber. d. K. K. Geol. R.-A. Wien 1879.

Wähner F., Das Sonnengebirge im Unterinntal. 1903.

v. Zittel, Paläontologische Studien über die Grenzschicht der Jura- und Kreideformation im Gebiete der Karpaten, Alpen und Apenninen. I. Abh. Cephalopoden der Stramberger Schichten. Paläont. Mitteil. aus dem Museum des Bayer. Staates. Cassel 1870.

Wepfer E., Die nördliche Flyschzone im Bregenzer Wald. Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Paläont. 1. Heft. 1908.

Winkler G., Allgovit in den Allgäuer Alpen Bayerns. Neues Jahrb. 1859.

— Die Schichten der Avicula contorta. München 1859.

Zugmayer H., Untersuchungen über rhätische Brachiopoden. Beitr. z. Paläontologie Österr.-Ungarns Bd. I. 1882.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 1
I. Orographische Skizze 1
II. Stratigraphischer Teil 2
1. Hauptdolomit 2
2. Plattenkalk 2
3. Kößner Mergel und Kalke 3
4. Obere rhätische Kalke 3
5. Roter Liaskalk 3
6. Fleckenmergel 4
7. Aptychenkalk 5
8. Die Kreide der Breitachklamm 5
9. Flysch 6
10. Diluvium 6
11. Alluvium 7
Anhang:
Der Alpenmelaphyr 8
Der Freibergsee 9
III. Tektonischer Teil 9
1. Das basale Gebirge 10
2. Der Rand der Allgäuer Überschiebung 10
3. Der Rand der Lechtaler Überschiebung 13
4. Die Allgäuer Schubmasse 13
5. Die Lechtaler Schubmasse 17
IV. Rückblick 17
Profile 19
Literaturangabe 20

Lebenslauf.

Ich, Harald Pontoppidan bin am 2. Oktober 1884 in Hamburg geboren, besuchte daselbst die Oberrealschule vor dem Holstentore und verließ dieselbe im Herbst 1904 mit dem Zeugnis der Reife. 1904—1905 genügte ich meiner Militärpflicht, worauf ich die Universität Genf, im Jahre 1906 die Universität München bezog, um Geologie zu studieren.